

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra strojírenské technologie

Oddělení tváření kovů a plastů



Automatizace tvářecích pracovišť

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Studijní program B2341 - Strojírenství

Materiály a technologie
zaměřením tváření kovů a plastů

Katedra strojírenské technologie
Oddělení tváření kovů a plastů

Automatizace tvářecích pracovišť

Automation of forming workplaces

Jakub Exner
KSP - TP – B64

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel DOUBEK, Ph.D. – *TU v Liberci*

Konzultant bakalářské práce: Ing. Michaela KOLNEROVÁ, Ph.D. – *TU v Liberci*

Rozsah práce a příloh:

Počet stran **37**

Počet obrázků **26**

Datum: 5.1.2010

ANOTACE

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI Fakulta strojní

Katedra strojírenské technologie Oddělení tváření kovů a plastů

Studijní program: B2341 – Strojírenství
Student: Jakub Exner
Téma práce: **Automatizace tvářecích pracovišť**
Automation of forming workplaces

Číslo BP: KSP-TP- B64
Vedoucí BP: Ing. Pavel DOUBEK, Ph.D. – *TU v Liberci*
Konzultant BP: Ing. Michaela KOLNEROVÁ, Ph.D. – *TU v Liberci*

Abstrakt:

Bakalářská práce je psána na téma automatizace tvářecích pracovišť. Jejím cílem je popsat vývoj automatizace, důvody zavádění, ale i její konkrétní rozdělení na pružnou a tvrdou. Také je důkladně popsána automatizační technika v tvářecích pracovištích, kde jsou zmíněny jednotlivé klady a zápory implementace této techniky v jednotlivých typech výroby. Podrobněji je zmíněna automatizace v sériové a hromadné výrobě s konkrétními příklady z praxe.

Abstract:

This thesis is focused on the theme of automation of forming workplaces. It is aimed at describing the development of automation, the reasons for its introduction as well as its concrete division into elastic and hard ones. It also deals with automation technique in forming workplaces in detail and there are mentions of individual "pros and cons" of implementing this technique in different production types. Automation in series and mass production with special examples from practice is mentioned in detail, too.

Místopřísežné prohlášení:

Místopřísežně prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci, 5. 1. 2010

.....

Jakub Exner

Bílá 1973

Náchod 54701

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum: 5. 1. 2010

Podpis

Declaration

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. Applies to my thesis in full, in particular section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a license for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the bases of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date: 5. 1. 2010

Signature

Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Automatizace.....	2
2.1.	Historie a vývoj automatizace.....	2
2.1.1.	Historie automatizace.....	2
2.1.2.	Vývoj robotů v automatických tvářecích pracovištích na přelomu 20. st....	3
2.1.2.1.	Pracoviště.....	4
2.1.2.2.	Vývoj robotů.....	5
2.2.	Důvody automatizace.....	8
2.2.1.	Robot versus člověk ve výrobním procesu.....	9
2.3.	Rozdělení automatizace.....	10
2.3.1.	Pružná automatizace.....	11
3.	Tváření.....	13
3.1.	Technologie tváření kovů.....	13
3.2.	Automatizační technika v tvářecích pracovištích.....	14
3.2.1.	Odvíjecí zařízení a smyčky.....	14
3.2.2.	Podavače a podávací zařízení.....	15
3.2.3.	Rovnačky.....	15
3.2.4.	Mechanizace při manipulaci s kusovými polotovary.....	16
3.2.5.	Pomocná mechanizační zařízení.....	16
3.3.	Automatizace tvářecích procesů.....	16
3.3.1.	Automatizace technologie objemového tváření.....	16
3.3.2.	Automatizace technologie plošného tváření.....	22
4.	Automatizovaná tvářecí pracoviště.....	23
4.1.	Manipulátor.....	23
4.2.	Zavedení průmyslových robotů a manipulátorů do výrobního procesu.....	24
4.3.	Rozdělení automatizovaných tvářecích pracovišť.....	24
4.4.	Schéma válcovacího tvářecího pracoviště.....	26
4.5.	Automatizovaná kovací pracoviště.....	27
4.5.1.	Podmínky technologického a konstrukčního řešení.....	27
4.5.2.	Automatizované kovací linky.....	28
4.6.	Automatizované ohýbací pracoviště společnosti Triton.....	28
5.	Závěr.....	33
6.	Seznam použité literatury.....	34
7.	Seznam použitých obrázků.....	37

1. Úvod

Bakalářská práce je psaná na téma automatizace tvářecích pracovišť. Jejím cílem je důkladněji automatizaci tvářecích pracovišť popsat. Automatizace obecně je proces, který nahrazuje práci člověka strojem. K automatizaci tvářecích pracovišť jsou využívány průmysloví roboti, podavače, polohovače, zakladače, manipulátory, vyjímače a další, to vše je podrobněji popsáno v této práci.

Automatizace se neustále vyvíjí a je to prostředek pro zvýšení produktivity, konkurenční schopnosti a kvality výrobků a služeb. V oblasti automatizace jsou kladeny stále větší požadavky na její vývoj a implementaci. Zvyšují se požadavky na bezpečnost práce, na úsporu energie, zlepšení životního prostředí a další.

Automatizace je v dnešní době naprosto běžnou součástí každodenního života, jejíž trendy se neustále mění a vyvíjejí a stává se všeobecně mnohem dostupnější. V oblasti tvářecích pracovišť se již bez automatizace neobejdeme.

V práci jsou důkladněji popsána automatizovaná tvářecí pracoviště, jejich historie a vývoj, rozdělení s důkladnějším popisem vybraných tvářecích pracovišť a jejich zařízení s konkrétními příklady.

2. *Automatizace*

Jak již bylo řečeno v úvodu, automatizace je proces, který je používán k zjednodušení pracovního procesu a snaží se nahradit práci zaměstnance strojem.

Automatizace procesů se používá nejen z důvodu snižování nákladů společnosti, ale také z důvodu zvýšení bezpečnosti práce. Díky automatizaci nejsou pracovníci zatěžováni jednostrannou, monotónní a škodlivou prací. Jako příklad může být uvedeno nadměrné fyzické zatěžování pracovníka, či vysoké nebezpečí popálení pracovníka v případě kování za vysokých teplot.

I přesto že zavedení automatizace do procesu má plno výhod, existují i problémy. Při implementaci automatizace musí být používány nové a netradiční metody a přístupy a to nejen v projekci, ale i ve výstavbě a v provozování. A to zejména z důvodu technické složitosti zařízení. Díky vysoké pořizovací ceně automatizované techniky a jejím vysokým nákladům na provoz je nutné zavést nejen organizační, ale i sociální opatření, která zajišťují hospodárnost provozu. Z důvodu změn metod a přístupů v celém procesu musejí být v mnoha případech pracovníci rekvatifikováni na obslužný personál. Tím rostou mzdové náklady na tyto pracovníky, zvyšuje se obtížnost při náboru daných pracovníků a zhoršuje se i sociální problematika nejen mezi vedením a pracovníky, ale i mezi pracovníky samotnými.

Automatizovanou výrobní soustavou je myšlena výrobní soustava, ve které rozhoduje většina technologických pracovišť, která tvoří základ výrobní soustavy, a automatická mezioperační doprava obrobků. Řízení výrobního procesu je také vysoce automatizováno. Řídící pracovníci v daném řídicím centru pouze dohlížejí na proces, případně řeší mimořádné situace.

2.1. *Historie a vývoj automatizace*

2.1.1. *Historie automatizace*

Slovo automat je řeckého původu a vznikl ze slova „autómatos“, což znamená „sám o sobě jednající“. Již v dobách starověku si lidé uvědomovali, že nejsou schopni řídit a vykonávat vše sami, ale že je zapotřebí něčeho, co jim práci usnadní. V této době to byly zejména jednoduché nástroje. Často tyto věci

považovali za zázraky. Vynálezci a vědátři byli považováni za čaroděje a za své výzkumy a inovace byli mnohdy i trestáni.

Je doloženo, že první automatický stroj se objevil již ve starověku a to 200 let př. n. l. v Alexandrii. U jednoho chrámu se zde sama otevírala obrovská bronzová vrata. Toto otevírání bylo založeno na principu využití páry a teplého vzduchu.

Ve středověku byly obdivovány a oslavovány zejména mechanické hračky. V této době, přesněji kolem roku 1490, byl sestrojen Staroměstský orloj mistrem Janem Hanušem z Růže. Kromě orlojů byly v oblibě i různé zvonkohry. Ani automatická divadla sestavená hodináři nebyla výjimkou. V novověku již práce člověka začala být nahrazována automaty. Zejména z důvodu kapitalismu bylo potřeba zvýšit produktivitu lidské práce, což se dařilo báječně. Mezi obrovské objevy může být zařazen vynález odstředivého regulátoru otáček, který zvýšil možnosti parního stroje. Tento vynález vymyslel James Watt kolem roku 1775. Význam programového řízení u výrobních strojů ukázal kolem roku 1800 Joseph Jacquard na tkalcovském stavu.

První průmyslová revoluce, byla provázena obrovským technologickým převratem a množstvím inovací. Automatizace byla zaváděna do továren. To však mělo za následek zvýšení nezaměstnanosti a lidé se bouřili. Vrcholem této doby může být považována pásová výroba Fordových automobilových závodů.

Během druhé světové války se začaly využívat počítače a automatizace začala být čím dál tím víc preferována.¹

2.1.2. Vývoj robotů v automatických tvářecích pracovištích na přelomu 20. st.

V současné době si většinu průmyslových aplikací neumíme bez použití automatizačních prostředků vůbec představit. Jak již bylo uvedeno výše, mezi základní prvky, které jsou používány při automatizaci výrobních procesů, patří tzv. *robot*. Jednotná definice pro pojem „robot“ zatím neexistuje. Slovo robot bylo poprvé použito Karlem Čapkem v dramatu R.U.R. k pojmenování umělé bytosti. Častěji používaná definice byla vyslovena Ing. Ivanem M. Havlem, CSc.: „*Robot je automatický nebo počítačem řízený integrovaný systém, schopný autonomní, cílově*

¹ LACKO, Branislav, et al. *Automatizace a automatizační technika I: Systémové pojetí automatizace*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2000. 97 s. ISBN 80-7226-246-7.

orientované interakce s přirozeným prostředím, podle instrukcí od člověka. Tato interakce spočívá ve vnímání a rozpoznávání tohoto prostředí a v manipulování s předměty, popř. v pohybování se v tomto prostředí.“² Tato definice vystihuje obecné pojetí pojmu robot. Průmyslový robot je podmnožinou obecného pojmu robot a byl definován prof. P. N. Beljanin: „ Průmyslový robot je autonomně fungující stroj – automat, který je určen k reprodukci některých pohybových a duševních funkcí člověka při provádění pomocných a základních výrobních operací bez bezprostřední účasti člověka a který je k tomuto účelu vybaven některými jeho schopnostmi (sluchem, zrakem, hmatem, pamětí a podobně), schopností samovýuky, samoorganizace a adaptace, tj. přizpůsobivosti k danému prostředí.“³ Pojem průmyslový robot by neměl být zaměněn s pojmem manipulátor, který se liší úrovní řídicího systému a úrovní inteligence.



Obr. 1 Průmyslové roboty⁴

2.1.2.1. Pracoviště

Každá práce je vykonávána v pracovním prostoru, který je možno třídit na

² WIKIPEDIE - Otevřená encyklopedie: Robot [online]. 7. 12. 2009 v 10:44 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Robot>>.

³ IFR/World Robotics [online]. 2005 [cit. 2009-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/automatica-v-mnichove-prekonala-ocekavani>>.

⁴ Robotika: Současnost [online]. 2008 [cit. 2009-12-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.antonka.cz/robotika/soucasnost.html>>

pracoviště, pracovní místo a operační místo. Pracoviště je vymezený prostor, na základě dělby práce pro výrobu užitečných hodnot. Jinak řečeno, na pracovišti se v důsledku užší specializace provádí výroba určitého výrobku. Dílčí částí pracoviště je *pracovní místo*, ve kterém pracuje jeden nebo více pracovníků, vykonávajících určitou operaci. Dílčí částí pracovního místa je pak *místo operační*, ve kterém se pohybuje jeden jediný pracovník, který v daném místě provádí jednotlivé úkony. Podmínky na pracovišti ovlivňují nejen výkonnost a motivaci pracovníků, ale zejména bezpečnost práce. Proto je nutné, aby prostorové řešení pracoviště bylo zabezpečeno zaměstnavatelem minimálně na úrovni dané zákonem. Určité požadavky jsou kladeny například na osvětlení, výšku stropu, vzdušný prostor na jednoho zaměstnance a další. Pro bezpečnou a zdraví neohrožující práci jsou důležité i mikroklimatické podmínky na pracovišti, jako je teplota či vlhkost vzduchu a další.⁵

2.1.2.2. Vývoj robotů

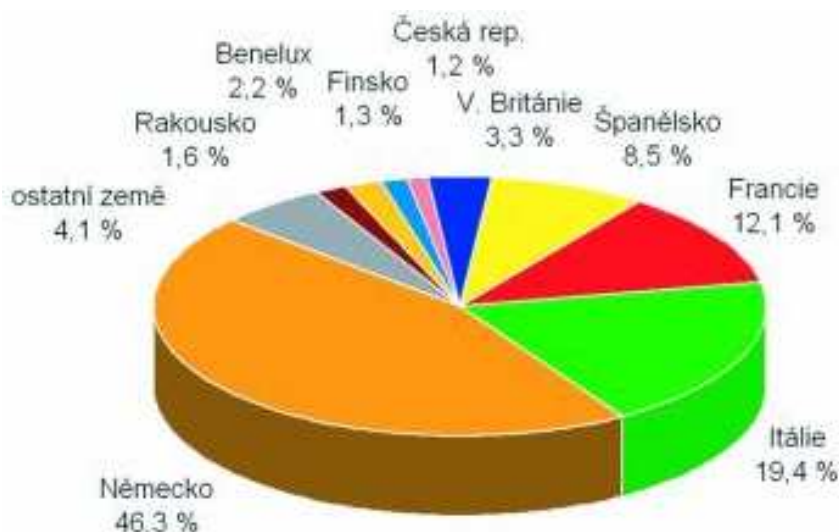
Možná úplně první zmínka o představě robota byla postava Golema. Golem měla být hliněná osoba, která poté, co je do ní vložen šém, oživne. Na začátku dvacátého století byla představa robota spíše jako představa automatické bytosti s intelektem člověka.

Skutečný začátek automatizace se ale spíše vztahuje až k první polovině osmdesátých let dvacátého století. V této době vývoj automatizace začal akcelarovat a to zejména díky rozvoji automobilového a elektrotechnického průmyslu. V dané době se ve velkých podnicích začala nahrazovat manuální práce automatizovanou technologií. K automatizaci se začali využívat roboti a manipulátory. Tempo růstu využívání těchto robotů se až do roku 1990 zvyšovalo exponenciálně. Po roce 1995 trh s roboty začíná být přesycen a výroba nových robotů se zpomaluje. Na základě lepší, propracovanější a spolehlivější techniky se výroba robotů opět rozrůstá. Nově také byli využíváni roboti, kteří měli dálkového sledování procesů, lepší senzory, atd. Je překvapující, že celosvětová průmyslová krize, která probíhala na počátku 21. století, nijak zvlášť neovlivnila výrobu a prodej robotů.

Největším výrobcem robotů bylo a je Japonsko, druhým největším výrobcem bylo a je Německo, které ve 21. století prodává mnohem více robotů, než v době předchozí. Podle VDMA (Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau) byl

⁵ DUŠKOVÁ, L. *Pracovní vztahy*. 1. vyd. Praha: VŠE Oeconomica, 2005. 90 s. ISBN 80-245-0946-6.

v roce 2001 nárůst prodeje dokonce o 10,3 % vyšší. V roce 2003 byl růst prodeje proti předchozím rokům vyšší o 7 %. Procentuální podíl evropských zemí na počet instalací robotů je znázorněn na následujícím grafu.

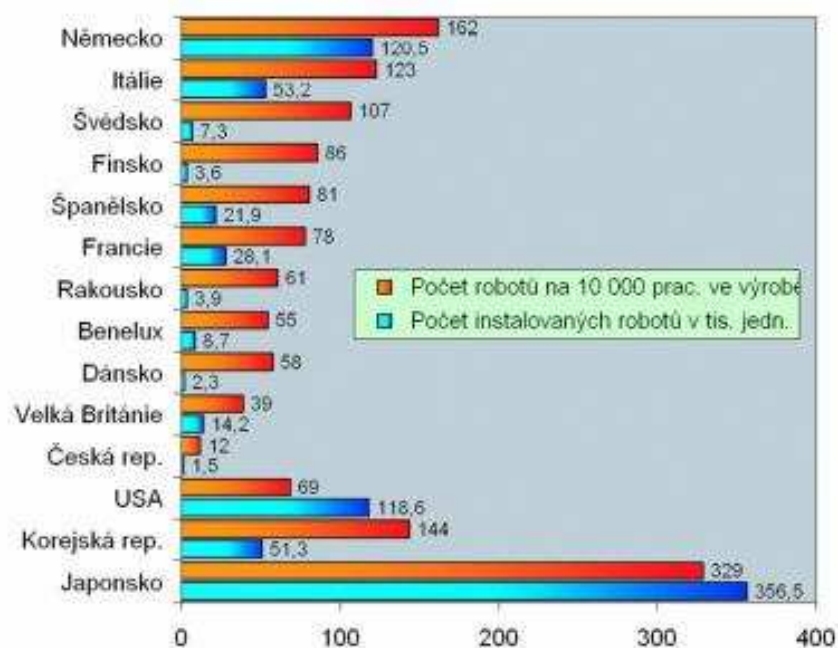


Obr. 2 Podíl zemí v % (100 % = 57,1 tis. jedn.) na instalaci robotů v Evropě (2003 a 2004)⁶

Z grafu je jasně vidět, že největší podíl na instalaci robotů mělo v daných letech Německo, které mělo nainstalováno přes 46 % robotů z celé Evropy. Druhý největší podíl měla Itálie, hned za ní následovala Francie s 12,1 %. Česká republika zastupovala 1,2 % podíl instalovaných robotů v Evropě.

Přesný počet nainstalovaných robotů ve vybraných zemích v roce 2004 je možné vidět z následujícího grafu, který zároveň zobrazuje počet robotů na deset tisíc pracovníků v těchto zemích.

⁶ IFR/World Robotics [online]. 2005 [cit. 2009-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/automatica-v-mnichove-prekonala-ocekavani>>.



Obr. 3 Počet instalovaných průmyslových robotů v tis. jedn. a počet robotů na 10 000 pracovníků ve vybraných zemích (2004)⁷

I z tohoto grafu se potvrdilo, že Japonsko bylo v roce 2004 největší světovou velmocí, co se týče počtu nainstalovaných robotů. Nejen celkově, ale i na deset tisíc pracovníků ve výrobě. Česká republika měla v této době nainstalováno kolem 1500 robotů a průměrně 12 robotů na deset tisíc pracovníků ve výrobě. Celkově pak bylo v celém světě v tomto roce nainstalováno kolem jednoho miliónu průmyslových robotů.

Nejvyšší tempo růstu v průmyslové automatizaci v této době zaznamenávají systémy pro průmyslové zpracování obrazu.

V dnešní době a to zejména díky hospodářské krizi se tempo prodeje robotů zpomaluje. Podle výroční zprávy americké asociace pro robotiku RIA⁸, která byla vydána v březnu 2009, se nákup robotů americkými výrobci snížil v roce 2008 o 21% oproti roku 2007. Obrovský propad nastal zejména v posledním čtvrtletí roku 2008, kdy se počet prodaných robotů snížil o 26 % oproti čtvrtému čtvrtletí roku 2007. Tržby v dolarech, pak v tomto období, poklesy o více než 33 %. V Severní

⁷ IFR/World Robotics [online]. 2005 [cit. 2009-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/automatica-v-mnichove-prekonala-ocekavani>>.

⁸ RIA je zkratka americké asociace pro robotiku – Robotic Industries Association, která byla založena v roce 1974 a nyní zastupuje přes 275 severoamerických firem z USA a Kanady

Americe bylo v roce 2008 vyrobeno 14109 průmyslových robotů za 980 miliónů dolarů. Z toho 12 557 robotů bylo využito přímo americkými výrobci a zbytek šel na export. V roce 2007 bylo americkými výrobci využito necelých 16 000 robotů.⁹

2.2. *Důvody automatizace*

Jak již bylo řečeno, automatizací se rozumí proces, kde je práce člověka nahrazena strojem. Cílem automatizace je odstranění člověka z pracovních procesů. Existuje mnoho důvodů proč automatizovat. Hlavní důvodem automatizace je zvýšení bezpečnosti práce. Dříve byli pracovníci vystavováni vysokému riziku, které je nyní pomocí automatizace částečně odstraněno. Dalším důvodem automatizace je fakt, že se pracovníci dopouští mnoha chyb, které jsou mnohdy neakceptovatelné. Jedná se například o přehlédnutí určité zkušenosti, která by mohla způsobit havárii. Člověk je vyřazen z procesu také díky fyzické námaze, která může způsobit zdravotní následky. Jedná se například o práci v dolech. Člověk je také vyřazen z daného procesu z důvodu nedostatečné rychlosti a přesnosti při výkonu práce. Jako příklad může být uvedena řetězová reakce v jaderném reaktoru, jejíž průběh není člověk schopen řídit. Důvodem automatizace může být i vyšší kvalita pracovního procesu. Jako příklad je uváděna lakovna, kde robotická stříkácí pistole pokryje vrstvu lakem rovnoměrněji a kvalitněji než samotný lakýrník. Některé činnosti člověk není vůbec schopen vykonávat sám. Jako příklad může být uveden stimulátor srdce. Dalším důvodem vyřazení člověka z procesu je fakt, že člověk není schopen být zároveň na více místech a pracovat nepřetržitě. V tomto případě jsou myšleny například automaty na kávu, které obsluhují zákazníky 24 hodin denně. Automatizace je v dnešní době stále častěji nápomocna a využívána k zlepšování životního prostředí.

Neméně důležitým důvodem automatizace jsou ekonomická hlediska. Tím je myšleno snížení výrobních nákladů, snížení nákladu režijních, zvýšení objemu výroby, zvýšení produktivity práce, snížení doby výroby. V rámci snížení výrobních nákladů je myšleno zejména snížení nákladů mzdových, díky vyloučení člověka z procesu, a snížení nákladů na materiál, díky vyšší přesnosti výroby. Zvýšenou produktivitu práce se rozumí výroba více výrobků za kratší pracovní dobu ve

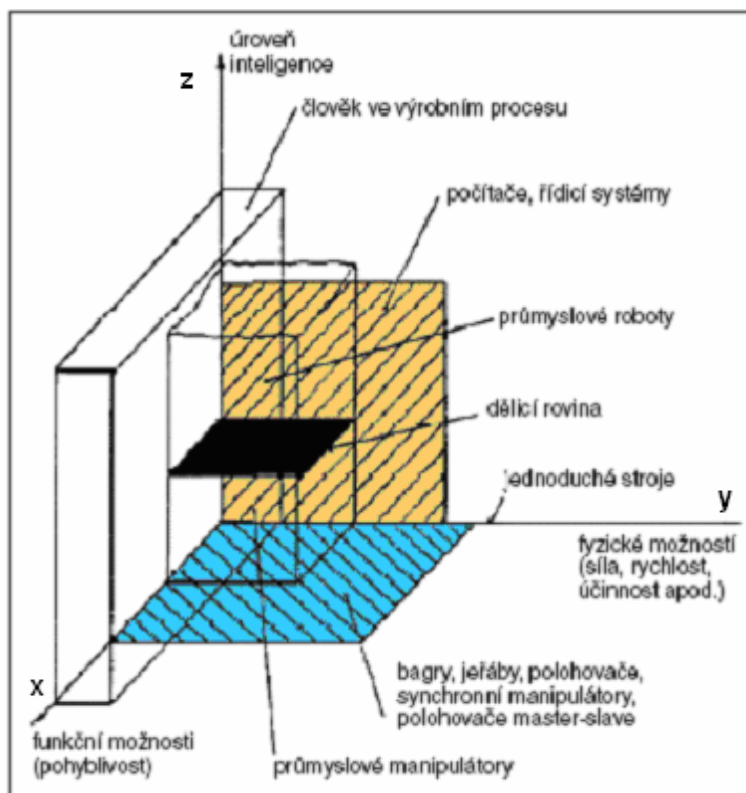
⁹ IFR/World Robotics [online]. 2005 [cit. 2009-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/automatica-v-mnichove-prekonala-ocekavani>>.

srovnání s prací člověka. Díky automatizaci se firma stává více konkurence schopnou, ať již z důvodů výše zmíněných, či z důvodů kvalitnějších výrobků a případných nižších cen daných výrobků.

Výše popsané důvody mohou být považovány za primární. Mezi sekundární důvody automatizace je možné zařadit prestiž, pohodlí, zábavu a další. Automatizací je zvyšováno pohodlí lidí například pomocí dálkového ovládání vrat u garáže. Automatizace také poskytuje rychlejší informace. Jako příklad je uváděn automatický ukazatel obsazenosti parkovišť. Častým důvodem automatizace je její využití při hrách i zábavě. Jedná se například o hrací automaty, či autíčka na dálkové ovládání.¹⁰

2.2.1. Robot versus člověk ve výrobním procesu

V dnešní době je ve výrobním procesu čím dál tím častěji využíván robot na místo práce člověka a to z několika důvodů. Prvním a velmi důležitým důvodem je zvýšení bezpečnosti práce a tím tedy snížení počtu pracovních úrazů. Existuje mnoho dalších důvodů, které jsou popsány podrobněji pomocí následujícího obrázku.



¹⁰ LACKO, Branislav, et al. *Automatizace a automatizační technika I: Systémové pojetí automatizace*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2000. 97 s. ISBN 80-7226-246-7.

Obr. 4 Porovnání vlastností stroje a člověka ve výrobním procesu¹¹

Obrázek je diagram se souřadnicovým systémem x, y a z. Jednotlivé osy určují kategorie vlastností, podle kterých je možné porovnávat práci člověka a robota. Za osu x jsou brány *funkční možnosti*, za které je možné považovat možnost přemístění prostoru, univerzálnost či přizpůsobivost. Osa y jsou *fyzické možnosti*, jimiž je myšlena zejména síla, schopnost nepřetržité práce, spolehlivost, trvanlivost a další. Osa z označuje *úroveň inteligence*. Úroveň inteligence se chápe logické myšlení, kapacita paměti, rychlost rozhodování, chápání a vnímání.

Schopnosti a možnosti člověka jsou znázorněny kvádrem vlevo, který ukazuje, že jeho funkční možnosti, zejména pak jeho pohyblivost jsou na velmi dobré úrovni. Velmi dobrá je i úroveň inteligence. Velmi špatné jsou fyzické možnosti člověka a z tohoto důvodu se využívají při fyzicky namáhavých pracích stroje. Jednoduché stroje jsou znázorněny na ose y. Stroje jako jsou bagry, jeřáby či polohovače jsou znázorněny dvourozměrně mezi osami x a y. Jelikož jsou tyto stroje obsluhovány člověkem, nemají žádnou úroveň inteligence. Oproti tomu počítače a další řídicí systémy oplývají vysokou inteligenční úrovní, ale nejsou pohyblivé. Proto jsou znázorněny pouze mezi osami y a z. Průmysloví roboti jsou již znázorněni trojrozměrně a mají tedy, ať už více či méně, všechny tři vlastnosti. Dělicí rovina v kvádru průmyslových robotů znázorňuje pomyslné rozdělení mezi manipulátory a roboty. Manipulátory jsou myšleny stroje s mnohem nižší úrovní inteligence, než mají roboti.

Pro shrnutí tohoto odstavce je nutno říci, že roboti jsou ve výrobním procesu využíváni zejména kvůli nedostatečným fyzickým možnostem člověka.

2.3. Rozdělení automatizace

Z hlediska sériovosti výroby jsou rozlišovány dvě oblasti automatizace. První oblastí je velkosériová a hromadná výroba, označována jako tvrdá automatizace. V této oblasti se automatizace začala prosazovat nejdříve. Jsou pro ni typické jednoúčelové obráběcí linky a stroje, které mají stálý pracovní cyklus a jsou schopné obrábět pouze jeden tvar součástí. Druhou oblastí je kusová a malosériová výroba,

¹¹ KOLÍBAL, Zdeněk. *Časopis Automa : Člověk a robot ve výrobním procesu* [online]. 05/2009. 2009 [cit. 2009-11-10].

kde se rozšířila automatizace, která je nazývána pružná. Výrobní soustavy v této oblasti jsou schopné automaticky vyrobit součásti více tvarů a rozměrů. Jejich součástí je také automatický přechod na obrábění daných součástí. Je možné tedy shrnout, že v případě tvrdé automatizace se jednoúčelové linky a stroje vyznačují vysokou produktivitou práce, ale jsou schopny vyrobit pouze jeden typ a rozměr součástí a také nejsou schopny automaticky přejít k výrobě nové součásti. V případě pružné automatizace je možné vyrábět součásti rozdílných typů a rozměrů, je také umožněn automatický přechod k výrobě nových součástí, ale produktivita práce je nižší, než v případě tvrdé automatizace.

I automatické výrobní linky lze dělit, a to zejména na základě úrovně jejich pružnosti, na konvenční tvrdé linky, přeseřiditelné linky a pružné linky. Konvenční tvrdé linky umožňují zpracovat jeden, maximálně však 3 různé typy součástí. Na základě přeseřiditelných linek je možné vyrábět 2-6 typů různých součástí. Dané přeseřazení při změně obrobku se provádí částečně automaticky a částečně ručně. Typ obrobku nelze měnit často, protože přeseřazení dané linky trvá až několik hodin. Pružné linky jsou schopné obrábět více typů součástí, většinou více než 10. Přeseřazení linky na jiný typ součástí je prováděn automaticky. Výhodou pružné linky je, že je schopná obrábět i další podobné součásti, které nemají předem definovanou konstrukci.¹²

2.3.1. Pružná automatizace

Pružné výrobní systémy se používají v oblasti pružné automatizace. Zde se technologie dělí zejména podle kritéria rozsáhlosti výrobní soustavy na pružné výrobní jednotky, pružné výrobní buňky a pružný výrobní systém. Pružná výrobní jednotka je schopna alespoň částečně pracovat bez obsluhy. Zahrnuje většinou jeden obráběcí stroj vybavený zásobníkem palet, jejich automatický výměník či průmyslový robot a výměník nástrojů. Pružná obráběcí buňka pak obsahuje dva a více obráběcích strojů, alespoň jedno obráběcí centrum, zásobníky palet, jejich automatické výměníky a výměníky nástrojů u každého stroje. Všechny stroje a jeho funkce jsou řízeny automaticky. Pružný výrobní systém je pak složen ze dvou a více výrobních buněk. Pružné automatické buňky jsou spojeny s automatickým

¹² OPLATEK, František, et al. *Automatizace a automatizační technika 4 : Automatické systémy*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2000. 166 s. ISBN 80-7226-249-1.

transportním zařízením. Transportním zařízením je myšlen počítačem řízený jeřáb, regálový zakladač, automaticky vedený vůz a další. Dané transportní zařízení slouží k dopravě palet, obrobků a nástrojů ze skladu a ke strojům. Jedná se tedy o počítačem řízený systém technologických pracovišť CNC, automatického zařízení měřicího a zkušebního, automatického zařízení pro manipulaci s nástroji a materiálem. Je schopný vyrobit libovolné výrobky dané skupiny podle možností a předem daného plánu, s minimálním ručním zásahem, a za krátkou dobu potřebnou k seřízení.

Mezi přínosy pružné automatizace se, na základě integrace všech složek daného výrobního systému do systému jediného, řadí zlepšení kvality výrobků, operativnější reakce na požadavky trhu, zkrácení doby výroby, snížení pracnosti, snížení počtu pracovníků, snížení zásob polotovarů a nástrojů, lepší využití strojů a propracovanější řízení výroby. Všechny tyto přínosy se zároveň promítnou do zvýšení zisku firmy. Přínosy, a to zejména výše zmíněné snížení počtu pracovníků a snížení pracnosti se promítnou na zlepšení sociálních vztahů mezi zaměstnanci a vedením. Zkracuje se pracovní doba, odpadá práce v nočních hodinách, eliminuje se nepřiměřená fyzická námaha zaměstnance a další. Aby bylo vůbec možné takovýchto výsledků a výhod při použití pružné automatizace dosáhnout, říká se, že je zapotřebí, zejména díky investičně náročné technice, ji využívat minimálně ve třisměnném provozu.

Pružná automatizace přináší nejen výhody, ale i problémy. K nejzávažnějším patří její ekonomické omezení. Dříve vycházela výrobní koncepce z faktu, že jednoduché stroje byly obsluhovány pracovníky. Na základě růstu úrovně automatizace je již úloha pracovníků přenášena z přímé účasti na výrobě k práci v etapách předvýroby. Tím je ovlivněna logika řízení a podstatě celá sociální oblast. Jak již bylo zmíněno výše, automatizace požaduje zavedení velmi nákladné techniky. Aby bylo dosaženo zisku, je nutné ji využívat ve specifickém režimu provozu. Jedná se zejména o vysoký stupeň časového využití, minimálně třisměnného, a využití funkčního, tak aby byla zajištěna maximální spolehlivost provozu výrobní soustavy. Spolehlivostí je v tomto smyslu myšlena provozuschopnost a minimální čas potřebný k odstranění závad. K vyšší spolehlivosti přispívá standardnost strojů. Požadavkem je i zálohování techniky pomocí stejné techniky. Není tedy možné, aby byl řídicí počítač zálohován dispečerem, atd.

Je tedy důležité, aby ekonomické stránce byla věnována pozornost nejen

v samotné implementaci automatizovaných výrobních soustav, ale zejména v jejím projektování. Při rozhodování se o návrhu použití daného automatizace je nutno zohledňovat nejen hlediska ekonomická, ale i neekonomická. Musí se posoudit nejen možné přínosy, ale i ztráty a případné další alternativy jednotlivých návrhů. O daném projektu by měli rozhodovat osoby, které jsou oboru znalí a kompetentní. Jedná se především o provozní inženýry a ekonomy. Tak se docílí maximální efektivity.¹³

3. Tváření

3.1. Technologie tváření kovů

Technologie tváření se dělí dle několika kritérií. Těmito kritérii může být např. teplota, výrobek, tepelný efekt, stupeň dosažené deformace, působení vnějších sil a další.

Na základě kritéria teplota, se tváření dále člení na tváření za studena, tváření za tepla, či na tváření za poloohřevu. V důsledku působení tepelného efektu je dále tváření děleno na izotermické, adiabatické a polytropické. Na základě působení vnějších sil se tvářecí procesy dělí na tváření objemové, u kterého vnější síly působí na všechny 3 osy souřadného systému a na tváření plošné, kde vnější síly působí maximálně na 2 osy daného souřadného systému. Za tváření objemové je možné považovat např. válcování, tažení drátů, protlačování nebo kování. Tváření plošné je ohýbání, stříhání, tažení či další.

Pro větší přehlednost je rozdělení technologií tváření popsáno bodově:

- rozdělení tvářecích procesů dle teploty
 - tváření za studena
 - tváření za tepla
 - tváření za poloohřevu
- rozdělení tvářecích procesů dle tepelného efektu
 - izotermické tváření
 - adiabatické tváření
 - polytropické tváření
- rozdělení tvářecích procesů dle stupně deformace
 - malý tlak mezi materiálem a nástrojem

¹³ OPLATEK, František, et al. *Automatizace a automatizační technika 4 : Automatické systémy*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2000. 166 s. ISBN 80-7226-249-1.

- velký tlak mezi materiálem a nástrojem
- velmi vysoký tlak mezi materiálem a nástrojem
- rozdělení tvářecích procesů dle působení vnějších sil
 - tváření objemové
 - tváření plošné.¹⁴

3.2. *Automatizační technika v tvářecích pracovištích*

Na základě charakteru, sortimentu a množství vyráběných produktů jsou rozlišovány tři typy výrob. Výroba kusová, sériová a hromadná.

V případě výroby kusové je vyráběno pouze několik kusů jednotlivých druhů výrobku. Vyrábí se pouze na zakázku a výrobní proces se opakuje nepravidelně či vůbec. Automatizace je v tomto typu výroby využívána pouze zřídka. A to z důvodu neefektivnosti, jelikož je vyráběn malý počet výrobků a software se musí dlouze a složitě přenastavovat v případě každé nové zakázky. Automatizace je v kusové výrobě používána například jako propojení CNC strojů pomocí podavačů nebo v případě kování na kovacíh lisech, kde jsou polotovary obsluhovány roboty na místo pracovníků.

V případě výroby sériové jsou výrobky vyráběny v určitém množství, jež je označováno za sérii. Tyto série se ve výrobě opakují. Jednotlivá pracoviště nemohou být vytížena pouze jedním druhem výroby, protože pracnost objemu dané série je nižší než roční efektivní fond strojů provádějících jednotlivé operace. V tomto případě se automatizace mnohem častěji využívá než v případě výroby kusové, ale méně než ve výrobě hromadné. Výroba hromadná se specializuje na úzký sortiment výrobků, které jsou vyráběny ve velkém množství. Výrobní proces se pravidelně opakuje a je ustálený. Automatizace je zde užívána běžně a neodmyslitelně.

Principy automatizace v případě výroby sériové je velmi podobná principům automatizace hromadné výroby, jejíž jednotlivé typy automatizované techniky budou popsány níže.

3.2.1. *Odvíjecí zařízení a smyčky*

Nejčastějším materiálem, který je podáván do lisů či dalších tvářecích zařízení je svitek plechu buď z oceli, nebo z barevných kovů. Nejčastěji bývá

¹⁴ LENFELD, Petr. *Technologie II. - 1. část : Tváření kovů*. 1. vyd. [s.l.] : Technická univerzita v Liberci, 2005. 110 s. ISBN 80-7372-020-5.

dodáván v šířce 2 500 mm a tloušťce od 0,15 do 10,00 mm. Hmotnost tohoto svitku může být až 2,5 tuny. Jeho vnitřní průměr bývá větší než 400 mm a rychlost odvíjení svitku se pohybuje nejčastěji od 5 do 80 m.min⁻¹.

Použití jednostranného odvíjecího zařízení širokých svitků do linky pro příčné dělení, má poměrně nízkou provozní využitelnost. Ztrátový čas linky je v tomto případě velký z důvodu, že linka nemůže pracovat, když se ručně odstavují boční opěrky, přezávají a odstraňují se ochranné bandáže svitku, či se ručně stříhá deformovaný začátek svitku. Je-li použit dvoustranný odvíják svitku, je zajištěna vyšší produktivita práce.¹⁵

3.2.2. Podavače a podávací zařízení

Tato široká škála zařízení se řadí do oblasti mechanizace a manipulace s materiálem. Je možné je dělit a to zejména podle toho, zda jsou přenášeny kusové polotovary či kontinuální materiál. Jsou tedy známy podavače válečkové, háčkové, sklíčovité, kleštinové, savkové, podavače šoupátkové či revolverové. Jsou zde zařazeny i zakladače, a v nespolední řadě speciální podávací zařízení jako jsou zařízení pro kovací stroje, postupové či dvoutažné lisy. Nejčastějších mechanizačním zařízením v lisovnách je podávací zařízení svitku, a to z důvodu, že většina strojírenských dílců užívá jako výchozí polotovar výstřižek ze svitku, případně pruhu.¹⁶

3.2.3. Rovnačky

Rovnačky, jak již název vypovídá, slouží k narovnání drátu. A to zejména z důvodu, že drát bývá po dopravě ve svitku nevhodně zdeformován. Je nutné upozornit, že v případě rovnání drátu dochází ke zmenšení jeho průměru a to přibližně o 2 až 5 %.

Rovnání může být uskutečňováno protahováním v průvlacích či pomocí speciálních zařízení jako jsou již zmíněné rovnačky. Rovnačky bývají často řešené společně s podávacím zařízením, které slouží k přívodu a automatickému posouvání drátu do zařízení. V tomto případě se již jedná o plně automatizovaný systém.¹⁷

¹⁵ RUMÍŠEK, Pavel. Mechanizace ve strojírenství: Technologie tváření. Brno: VÚT Brno, 2003. 49 s.

¹⁶ RUMÍŠEK, Pavel. Mechanizace ve strojírenství: Technologie tváření. Brno: VÚT Brno, 2003. 49 s.

¹⁷ RUMÍŠEK, Pavel. Mechanizace ve strojírenství: Technologie tváření. Brno: VÚT Brno, 2003. 49 s.

3.2.4. *Mechanizace při manipulaci s kusovými polotovary*

V případě používání mechanizace při zpracování plechu v tabulích, svitcích, pásech či pruzích a v případě použití mechanizace pro zpracování drátů a tyčí se jedná převážně o přípravné operace zavedení daného typu materiálu do lisů a jejich následné dělení na kusové polotovary, které jsou využívány k dalšímu zpracování.

V případě mechanizace při manipulaci s kusovými polotovary se jedná zejména o způsoby, kterými jsou kusové polotovary vkládány do výrobních zařízení, způsoby, kterými jsou finální výrobky vyjímány z výrobního zařízení, či způsoby, jakými je rozdělován odpad z těchto výrobních operací.

Je nutné zdůraznit, že v tomto případě je často velmi složité oddělit části zařízení, která jsou kvalifikována jako mechanizační, a části, které jsou automatizované.¹⁸

3.2.5. *Pomocná mechanizační zařízení*

Pomocná mechanizační zařízení se nepoužívají k přímému výkonu dané technologické operace. Jsou tvořena souborem uzlů, mechanismů či zařízení tvořících celkovou vybavenost daného výrobního systému. Pro příklad je možné zmínit zařízení na přepravu a dělení svitků, drátů a odpadu, zařízení pro mazání svitků a nástrojů či zařízení na odstraňování okují z povrchu tyčí a drátů.¹⁹

3.3. *Automatizace tvářecích procesů*

3.3.1. *Automatizace technologie objemového tváření*

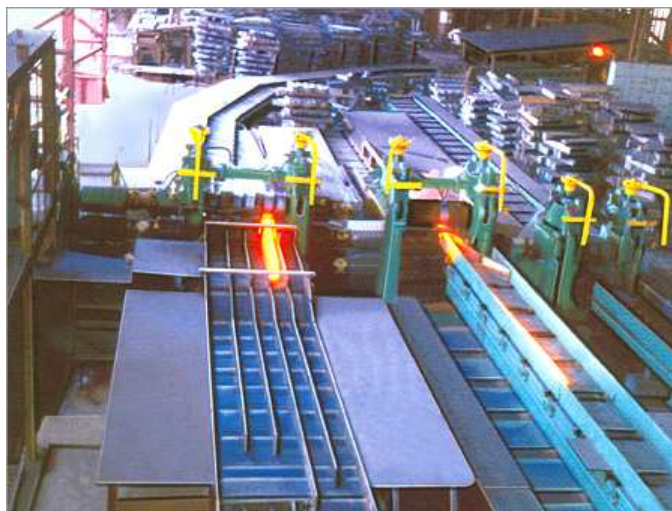
Jak již bylo popsáno výše, technologie objemového tváření se řadí do tvářecích procesů na základě působení vnějších sil, kde působí vnější síly na všechny tři osy souřadného systému. Do objemového tváření je možné zařazovat tyto pracovní procesy: válcování, kování, tažení drátů a profilů či protlačování.

Při válcování jsou využívány automatické podavače, které posouvají materiál směrem k válci. Tyto automatické podavače jsou nutné zejména v případě válcování za vysokých teplot a to z důvodu vysokého nebezpečí úrazu pracovníka vlivem

¹⁸ RUMÍŠEK, Pavel. *Mechanizace ve strojírenství: Technologie tváření*. Brno: VÚT Brno, 2003. 49 s.

¹⁹ RUMÍŠEK, Pavel. *Mechanizace ve strojírenství: Technologie tváření*. Brno: VÚT Brno, 2003. 49 s.

vysoké teploty. Použitím automatických podavačů se výroba válcováním stává rychlejší. Na následujícím obrázku je zobrazen plně automatizovaný proces válcování, kdy je materiál přisouván směrem k válcům i od válců automaticky.



Obr. 5 Podavače²⁰

Na následujícím obrázku je znázorněn automatický podavač plechu, který slouží k eliminaci fyzické námahy pracovníka.



Obr. 6 Podavač²¹

Dalším pracovním procesem objemového tváření je kování. Kování je prováděné za tepla pomocí úderu nebo klidné síly, která na tvářený materiál působí. Metoda kování je jedna z nejstarších metod tváření.

²⁰ EC21 Product catalog : Steel Rolling Mill Plant Production [online]. 1997-2009 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <http://rattangears.en.ec21.com/Steel_Rolling_Mill_Plant_Production--3786900_3786901.html>.

²¹ METAL TRADE COMAX, a.s.: Profilová linka [online]. 2009 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.topsupport.cz/pcl.htm>>.

V případě kovacího procesu je nejčastěji využívána automatizovaná technologie. V tomto případě může stroje obsluhovat i člověk, ale opět se zde naskýtá vysoké riziko úrazu, vlivem vysoké teploty materiálu. Produktivita práce při využití automatizované techniky na místo práce člověka je mnohem vyšší. Na obrázku je znázorněn plně automatizovaný proces kování, kde je instalován robot sloužící k přenosu materiálu mezi stroji.

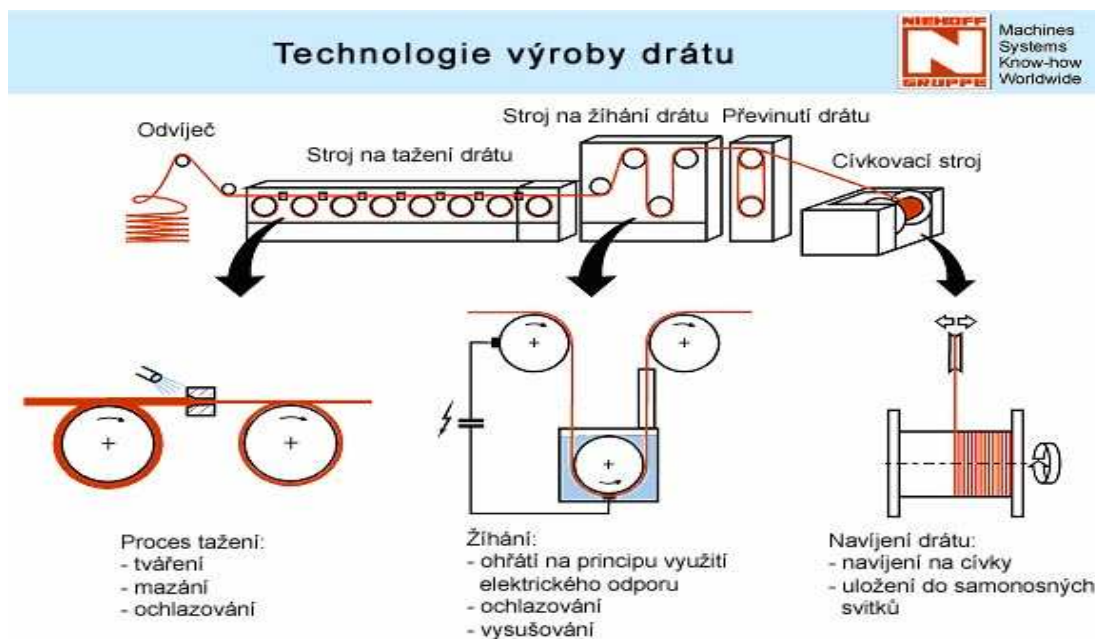


Obr. 7 Roboty propojují proces zápusťkového kování²²

Dalším podtypem technologie tváření objemového je tažení drátů a profilů, které je shrnuto v následujícím odstavci.

Technologie tažení drátu bývá opět nejčastěji plně automatizovaná, kde se pomocí podavačů dostává materiál ke stroji na tažení drátu, poté je drát přemístěn ke stroji na žíhání a dále pak k převinutí a následnému cívkování, které je automaticky prováděno na dávkovacím stroji. Plná automatizace tohoto procesu je opět používána ke snížení fyzické námahy pracovníka a ke zvýšení produktivity práce.

²² KUKA Roboter GmbH [online]. 2009 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW:<
http://www.kukarobotics.com/czech_republic/cs/solutions/solutions_search/?appl_prod=&appl_use=1 >.



Obr. 8 Linka na výrobu drátu²³



Obr. 9 Odvíječe drátů²⁴

²³ Maschinenfabrik NIEHOFF (CZ), s.r.o. : Technologie [online]. 2008 [cit. 2009-12-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.niehoff.cz/technologie.php>>.

²⁴ Maschinenfabrik NIEHOFF (CZ), s.r.o. : Produkty [online]. 2008 [cit. 2009-12-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.niehoff.cz/produkty.php>>.



Obr. 10 Stroj na dovíjení drátu na cívky²⁵

Protlačování patří do objemového tváření. Stejně jako u předchozích technologií objemového tváření, tak i u metod protlačování jsou známy jejich speciální postupy a způsoby výroby, jako je například protlačování trubek či hydrostatické protlačování.

Proces protlačování je plně automatizován v případě protlačování za vysokých teplot a to kvůli nebezpečí vzniku úrazu na základě těchto vysokých teplot. Materiál je automaticky přesouván pomocí podavačů k protlačovacímu nástroji a po protlačení materiálu je polotovar přemístěn pomocí nakladačů na odstavnou plochu. Pomocí podavačů a nakladačů dochází ke zrychlení pracovního procesu.



Obr. 11 Nakladač²⁶

Další technologií tváření je proces stříhání. Měkčí typy oceli je možné stříhat

²⁵ *Maschinenfabrik NIEHOFF (CZ), s.r.o. : Produkty* [online]. 2008 [cit. 2009-12-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.niehoff.cz/produkty.php>>.

²⁶ *Maschinenfabrik NIEHOFF (CZ), s.r.o. : Produkty* [online]. 2008 [cit. 2009-12-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.sms-meer.com/produkte/nahtlos/warm/gif/nahtlos6.jpg>>.

za studena. Tvrdší a tlustší materiály je nutné stříhat pouze za tepla.

Automatizace v procesu stříhání je používána zejména v případě velkosériové výroby a v případě velkých rozměrů daných materiálů a to z důvodů nemožnosti zařazení pracovníka do daného procesu. V daném procesu jsou opět využívány podavače, které slouží k automatickému přesunu materiálu směrem ke stříhacímu nástroji. Zpracovaný materiál pak putuje pomocí vyhazovačů na odstavnou plochu.



Obr. 12 Stříhací linka²⁷



Obr. 13 Vyhazovače plechu²⁸

²⁷ *Kranendonk production : H-beam coping line* [online]. 2007 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.kranendonk.com/beam-coping-line.html>>.

²⁸ *China glass network* [online]. 2008 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW:

3.3.2. *Automatizace technologie plošného tváření*

Technologie plošného tváření se řadí do tvářecích procesů na základě působení vnějších sil, kde působí vnější síly maximálně na dvě osy souřadného systému.

Jedním z mnoha typů plošného tváření je ohýbání. Při ohýbání se polotovar deformuje do různého úhlu ohybu.

V procesu ohýbání je automatizace opět zvláště velkosériové výroby, pomocí níž je produktivita práce vyšší a v případě velkého rozměru materiálu, kde člověk není fyzicky schopen daný materiál zpracovat. Při procesu jsou opět využívány podavače i vyhazovače.



Obr. 14 Ohýbací centrum²⁹

Rovnění patří do jedné z mnoha technologií plošného tváření. Je používáno k narovnání nežádoucí deformace materiálu. Tzn. při rovnání jsou křivé části navraceny zpět do roviny. Nástroj, podle kterého je možné rovnat daný materiál, jsou válce nebo čelisti.

I proces rovnání je nutně plně automatizován v případě velkosériové výroby a velkých rozměrů zpracovávaného materiálu. K procesu opět slouží podavače i vyhazovače.

<<http://images.glassinchina.com/ProductImage/20099%5Cp2009-9-28-11-22-58.JPG>>.

²⁹ SP-Tech : Automatizace zpracování plechu - stroje Salvagnini [online]. 2004 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <http://www.sp-tech.cz/produkce_list.asp?IDTOP=187&robot=robot>.



Obr. 15 Rovnací stroje³⁰



Obr. 16 Podavač³¹

4. *Automatizovaná tvářecí pracoviště*

4.1. *Manipulátor*

„Manipulátor je zařízení s dvoupolohovými pohybovými jednotkami s vlastním pohonem a řízením pro automatickou operační a mezioperační manipulaci podle stanoveného programu a časového průběhu v souladu s činností výrobních

³⁰ GALDABINI : systems de redressage [online]. 2007 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <http://www.galdabini.it/files/products/pdf/1_en_GALDABINI%20-%20Straightening%20Systems%20ING-FRA.pdf>.

³¹ GALDABINI : systems de redressage [online]. 2007 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <http://www.galdabini.it/files/products/pdf/1_en_GALDABINI%20-%20Straightening%20Systems%20ING-FRA.pdf>.

strojů a ostatních doplňkových zařízení.“³²



Obr. 17 Manipulátor³³

4.2. Zavedení průmyslových robotů a manipulátorů do výrobního procesu

Implementace se provádí dvěma způsoby. Prvním způsobem se rozumí zavádění manipulátorů a robotů na jednotlivá automatizovaná technologická pracoviště. Automatizovaná technologická pracoviště jsou často označována zkratkou ATP. Jestliže roboty a manipulátory implementujeme na vybraná pracoviště v určitých vybraných seskupeních, jedná se o druhý způsob zavedení. Tento způsob je nazýván automatizovaným výrobním systémem, jenž je označován zkratkou AVS.

Ještě předtím než je provedena samotná implementace je zapotřebí důkladná příprava a projektování ATP A AVS.

4.3. Rozdělení automatizovaných tvářecích pracovišť

Jednotlivá pracoviště je možné dělit na subsystémy. A to na subsystém technologické soustavy, subsystém mezioperační manipulace, subsystém operační manipulace, subsystém zdrojů a rozvodů energie, subsystém měření a kontroly a

³² LUBOJACKÝ, Oldřich, et al. *Základy robotiky*. Liberec : Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1990. 351 s. ISBN 80-7083-034-4.

³³ *Manipulators and Lift Assistors* [online]. 2009 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://manipulators.biz/types/column-mounted-manipulators.html>>.

v neposlední řadě subsystém řízen. Samotné úkoly automatizace pracovišť jsou součástí subsystému mezioperační manipulace a operační manipulace. Jiné subsystémy ovlivňují řešený úkol pouze částečně.

Subsystém technologické soustavy slouží k fyzikálně mechanické a geometrické změně vlastností polotovaru. Tato změna probíhá samozřejmě v souladu s danou technologickou úlohou. Technické prostředky, se kterými je možné se v daném subsystému setkat, jsou výrobní stroje a zařízení, které mají automatický či poloautomatický pracovní cyklus. Dále mezi prostředky patří nářadí, nástroje a různé přípravky.

Subsystém mezioperační manipulace je užíván k realizaci hmotného toku polotovarů, nástrojů, přípravků, odpadu případně jiného pomocného materiálu. Realizací hmotného toku je myšlen jejich přísun, nastavení požadované polohy a následný odsun. Mezi prostředky tohoto subsystému patří například vysokozdvizný vozík, jeřábová dráha, regálový zakladač, různé dopravníky, systémové palety a mezioperační sklady.

Subsystém operační manipulace je využíván k tomu, aby byla vytvářena operační zásoba a k tomu, aby mohlo být automaticky manipulováno s polotovary, s nářadím či s obrobky. Prostředky tohoto subsystému jsou průmyslové roboty a manipulátory, operační zásobníky, zakládací zařízení palet, obraceče, překladače, podavače, zakladače, nakladače, vysouvače a další.

Subsystém zdrojů a rozvodu energie je využíván k zabezpečení zdrojů a k rozvodu energie ke všem systémům. Mezi prostředky daného subsystému je možné zařadit elektrické motory, pohonné jednotky, zdroje a rozvody stlačeného vzduchu, hydraulické a elektrické energie, servopohony a další.

V subsystému měření a kontroly jsou sledovány požadované technologické a manipulační funkce. Jsou zde měřeny charakteristiky obrobku, kontroluje se dosažení chtěných poloh pracovních poloh daných zařízení. Jako prostředky tohoto subsystému je možné zmínit aktuální měřidla, snímače poruch, snímače pro kontrolu rozměru obrobku či čidla blokovacích systémů.

V subsystému řízení jsou zpracovávány, shromažďovány a přenášeny informace o pohybu jednotlivých polotovarů, obrobků, přípravků, nástrojů, odpadů případně jiného pomocného materiálu. Informace jsou udávány i o jednotlivých vlastnostech obrobku. Subsystém řízení disponuje následujícími prostředky: řídicí počítač, prostředky pro vstup, přenos a výstup informací mezi subsystémy a počítači.

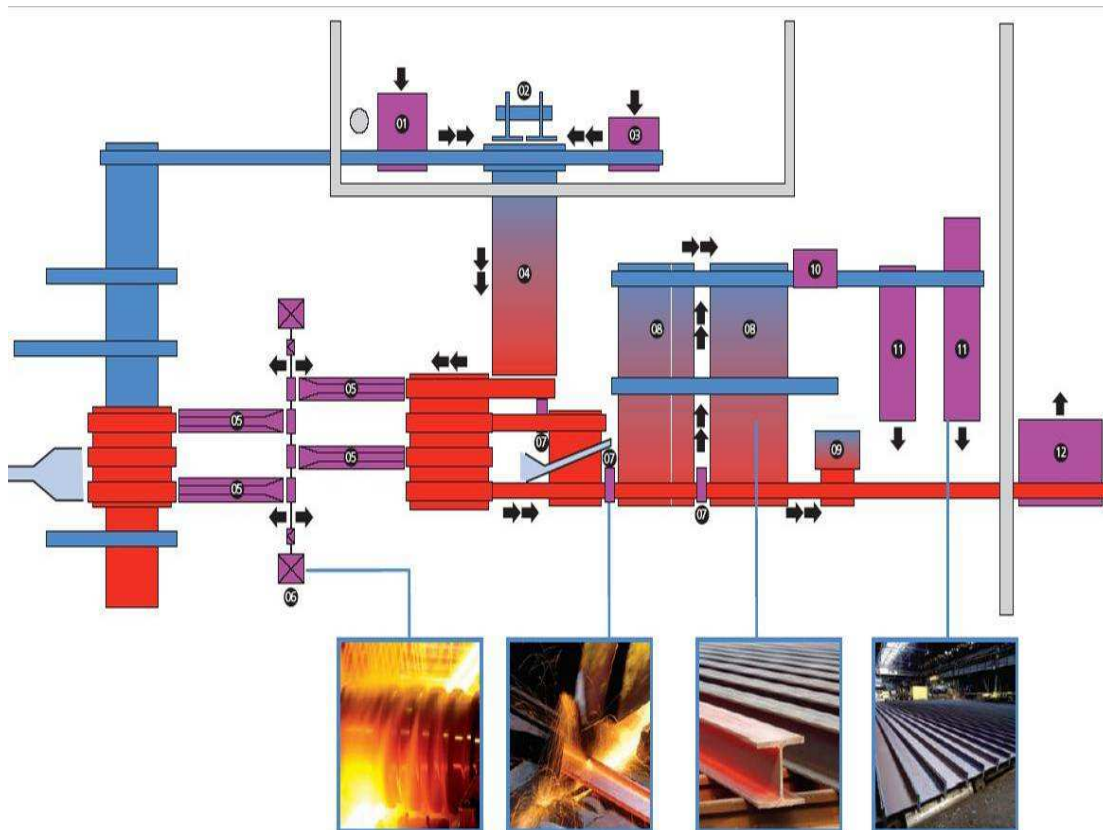
Dále je možné mezi prostředky zařadit řídicí jednotky či řídicí systém pro integrované řízení AVS.³⁴

V následujícím textu budou popsána vybraná automatizovaná tvářecí pracoviště s jejich ukázkami použití v praxi.

4.4. *Schéma válcovacího tvářecího pracoviště*

Na následujícím obrázku je znázorněno schéma automatizovaného válcovacího tvářecího pracoviště. Materiál je dopraven pomocí roštů k narážecí peci, kde je ohříván na stanovenou teplotu, poté materiál putuje k válcovacímu vozu, kde je umístěn do vratné válcovací stoly a zde vzniká požadovaný tvar výrobku následně je polotovar seříznut za tepla pomocí pily na požadovanou délku, ochlazen v chladníku, zchlazený polotovar je automaticky přemístěn do nevytápěné vychlazovací jámy a na roštích automaticky přepraven na válečkovou rovnačku nakonec je výsledný produkt automaticky odvezen pomocí roštů na odebírací místo.

³⁴ LUBOJACKÝ, Oldřich, et al. *Základy robotiky*. Liberec : Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1990. 351 s. ISBN 80-7083-034-4.



Obr. 18 Schéma válcovacího tvářecího pracoviště³⁵ (1 Krokový sázecí rošt, 2 Tlačka, 3 Sázecí rošt, 4 Narážecí pec, 5 Válcovací vůz, 6 Vratné válcovací stolice, 7 Pila za tepla, 8 Chladník, 9 Nevytápěná vychlazovací jáma, 10 Válečková rovnačka, 11 Úpravářenský rošt, 12 Kulatinový rošt)

4.5. Automatizovaná kovací pracoviště

4.5.1. Podmínky technologického a konstrukčního řešení

Vývoj tedy klade podmínky na plnou automatizaci kovacího procesu. Nejlepší automatizace je taková, která je ušitá na míru dané společnosti. Na automatizaci jsou kladeny náročné podmínky technologického i konstrukčního řešení, čímž se automatizace kovacích procesů stává velmi náročnou záležitostí. Na rozdíl od jiných procesů vzniká v automatizovaných kovacích procesech velké teplo, znečištění mazivem a znečištění forem okujemi. Proto se při konstrukci strojů sloužících ke kovacímu procesu musí přihlížet k těmto faktorům. Dále je nutno

³⁵ Evraz Vítkovice steel : Produktový katalog [online]. 2009 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.vitkovicesteel.com/attachments/prilohy-obecne/priloha/katalog-profilu-2009.pdf>>.

přihlížet k tomu, že kovací operace se uskutečňují rychle za sebou, že technologické operace probíhají v rychlém časovém sledu, často ve zlomku sekundy, že při kování působí obrovské tvářecí síly, že polotovary jsou velmi teplé a že dochází k silnému znečištění zařízení, ostatně jak již bylo řečeno výše.

4.5.2. *Automatizované kovací linky*

Vlastnosti a velikost kovací linky jsou závislé na součásti, která má být kováním vyráběna. Na základě těchto požadavků je vypracován technologický postup, určí se výchozí polotovar, postup operací a následně velikost kovací síly. Pomocí těchto dat se pak určí samotná velikost kovacího lisu. Následně se dotváří další zařízení a periferie, které umožní automatizaci kovacího procesu. Společnost Šmeral Brno, a.s.³⁶ na základě těchto kritérií sestavila dva druhy automatizovaných kovacích lisů TKW 1600, TKW 4000. Tyto typy se od sebe liší zejména velikostí kovacího lisu. Liší se i v použití automatizačních zařízení.³⁷

4.6. *Automatizované ohýbací pracoviště společnosti Triton*

Společnost Triton Pardubice, spol. s r.o. vznikla v roce 1993 a zabývá se výrobou rozvaděčů. Nyní bude popsán plně automatizovaný výrobní systém Trumf, který je využíván k výrobě plechových komponent pro výrobu rozvaděčů.

Systém je složen ze čtyř sestav: STOPA Compact, automatizované děrovací lisy, automatizované ohýbací centrum a CNC ohraňovací lisy.

STOPA Compact je automatizovaný sklad plechu. Jsou v něm skladovány i vylišované polotovary a další rozpracovaná výroba. Automatický sklad pro materiál je dvouřadý a délce 60 metrů. Maximální rozměry materiálu jsou 2500 x 1250 mm. Vejde se do něho až 2000 tun materiálu. Po přejímce materiálu od dodavatele je vybalen a umístěn na zaskladňovací vozík. Na tomto vozíku je automaticky kontrolována hmotnost. Následně se materiál automaticky umístí na skladovou paletu a je přemístěn na určité místo ve skladu. Když aktivní stroj zašle požadavek na

³⁶ Společnost Šmeral a.s. je společnost, která se již přes třicet let zabývá automatizací kovacího procesu, zejména pak výrobou automatizovaných kovacích linek

³⁷ HOZA, Milan. *MM Průmyslové spektrum : Automatizace kovacího procesu* [online]. 2006/10. 23. listopadu 2007 [cit. 2009-10-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/automatizace-kovaciho-procesu>>.

materiál, je materiál požadovaného druhu a kvality automaticky přemístěn na předávací pozici. Zde se plechy odebírají a zakládají pomocí automatizace vlastního stroje. V závěru tohoto programu je upraven inventář a materiál je naskladněn. Stejným způsobem je zakládány i rozpracované výrobky.



Obr. 19 STOPA Compact³⁸

Firma Triton Pardubice používá pro druhou sestavu tři automatizované děrovací lisy, nazývané TruPunch 5000, se zakládacím a odebíracím zařízením, nazývaný SheetMaster. Poté, co jsou plechy dodány na předávací místo SheetMaster, jsou založeny na děrovací a tvářecí lis. Na tomto lisu jsou následně vylisovány díly, které jsou odebírány odebíracím zařízením SheetMaster a odloženy, případně odvezeny automaticky na dopravním vozíku do skladu. Přesný počet dílů, jejich vlastnosti a rozměry jsou opět automaticky evidovány a archivovány. Odpad z děrovacího lisu je pomocí SheetMastru odebrán, rozstříhán a dopraven do kontejneru na šrot. To vše se opět děje automaticky.

³⁸ TRUMPF : STOPA compact store [online]. 2009 [cit. 2009-12-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.trumpf-machines.com/en/products/storage/large-storage-systems/stopa-compact.html>>.



Obr. 20 Sheet Master³⁹



Obr. 21 TruPunch 5000⁴⁰



Obr. 22 Propojení linek⁴¹

³⁹ KMT services Ltd. [online]. 2009 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW: <http://www.kmtsolutions.co.uk/for_sale/sheetmaster%201998.html>.

⁴⁰ TRUMPF : TOOLEX 2008 [online]. c2009- [cit. 2009-12-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.pl.trumpf.com/168.news25063.html> obr. TruPunch 5000>.

⁴¹ MM Průmyslové spektrum [online]. [2009] [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW: <http://www.mmspektrum.com/multimedia/image/75/7563_big.jpg>.

Třetí sestavu tvoří dvě automatizovaná ohýbací centra RAS MultiBend s roboty Kuka. Výlisky, které byly naskladněny po výrobě na děrovacích lisech, se na základě načtení čárového kódu přesunou na předávací místo. Robot Kuka, který má obrovskou sací desku, nasaje tyto díly, upne je na ohraňovací centrum. Je schopen díl i otočit, aby s ním bylo možné pracovat ze všech stran. Ohýbací stroj RAS MultiBend díly automaticky ohne a uloží je na dopravník, na kterém jsou skladovány, a po určité době je odesílá k dalšímu zpracování. Například do lakovny či na montáž.



Obr. 23 Robot Kuka⁴²



Obr. 24 MultiBend center⁴³

⁴² KUKA Roboter GmbH [online]. 2009 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW: <http://www.kukarobotics.com/czech_republic/cs/products/industrial_robots/high/kr100_2_pa/>.

⁴³ WIKIMEDIA COMMONS : RAS MULTIBEND-CENTER [online]. 1 October 2009, at 11:41 [cit. 2009-12-03]. Dostupný z WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:RAS_MULTIBEND-CENTER.jpg>.



Obr. 25 Propojení linek⁴⁴

Čtvrtou sestavu tvoří CNC ohraňovací lisy TruBend označeny kódy 5130 a 5050. Tyto CNC lisy jsou manuálně obsluhované. Jsou využívány zejména k výrobě ohýbaných dílů, které nemohou být vyrobeny na ohýbacím centru a to díky jejich velikosti, či tvaru. Výlisky jsou ale následně automaticky vyskladňovány. K jejich vyskladnění je nutné zadat jejich výrobní číslo.⁴⁵



Obr. 26 Trubend 5130⁴⁶

⁴⁴ MM Průmyslové spektrum [online]. [2009] [cit. 2009-12-03]. Dostupný z WWW: <http://www.mmspektrum.com/multimedia/image/75/7561_big.jpg>.

⁴⁵ MM Průmyslové spektrum : Implementace plně automatizované technologie tváření [online]. 2009/10. 2009 [cit. 2009-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/implementace-plne-automatizovane-technologie-tvareni>>.

⁴⁶ UMEDA KOGYO COMPANY LIMITED. [online]. [2009] [cit. 2009-12-12]. Dostupný z WWW: <<http://umedakk.co.jp/en/equip/index.php>>.

5. Závěr

Dnešní trendy vývoje automatizace kladou důraz na úsporu energie a ekologie. Nemalý vliv má i vývoj mikroelektroniky. Automatizace je využívána, již nejen ve výrobních procesech, ale i v procesech nevýrobních. Nachází stále větší uplatnění, nejen ve firmách, ale i v domácnostech.

Jak již bylo několikrát napsáno, automatizací je myšleno vyřazení člověka z pracovního procesu. A to nejen z důvodu vysoké fyzické námahy pracovníka, která způsobuje často škodlivé zdravotní následky, ale i z důvodu chybovosti, které se pracovníci dopouštějí a která je neakceptovatelné.

V případě používání automatizační techniky se výroba stává produktivnější a výrobky a služby jsou kvalitnější a konkurenceschopnější. Zároveň je dokázáno, že má výroba při použití automatizace nižší režijní náklady a je více spolehlivá. Nejen výhody, ale i problémy skýtá zavedení automatizace do procesu, jako je například nutná rekvalifikace pracovníků na obsluhu automatizační techniky a další. I přes některé problémy v zavádění a provozu automatizační techniky, dané výhody převažují a automatizace se tak stává neodmyslitelnou součástí každodenního života.

Cílem této práce bylo popsat základní možnosti a způsoby automatizace v oblasti technologií tváření. Jak již bylo zmíněno výše, tvářecí pracoviště se dnes bez automatizace téměř nevyskytují. S ohledem na rozsah bakalářské práce jsou zde shrnuty pouze základní informace. Dále by bylo vhodné věnovat tomuto tématu další pozornost a práci rozšířit například o vývoj moderních automatizovaných center a podrobný popis jednotlivých komponent používaných v rámci komplexní automatizace.

6. Seznam použité literatury

1. DUŠKOVÁ, L. *Pracovní vztahy*. 1. vyd. Praha : VŠE Oeconomica, 2005. 90 s. ISBN 80-245-0946-6.
2. LACKO, Branislav, et al. *Automatizace a automatizační technika I: Systémové pojetí automatizace*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2000. 97 s. ISBN 80-7226-246-7.
3. LENFELD, Petr. *Technologie II. - 1.část : Tváření kovů*. 1. vyd. [s.l.] : Technická univerzita v Liberci, 2005. 110 s. ISBN 80-7372-020-5.
4. LUBOJACKÝ, Oldřich, et al. *Základy robotiky*. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1990. 351 s. ISBN 80-7083-034-4.
5. OPLATEK, František, et al. *Automatizace a automatizační technika 4 : Automatické systémy*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2000. 166 s. ISBN 80-7226-249-1.
6. PALEČEK, M., et al. *Prevence rizik*. 1. vyd. Praha: VŠE Oeconomica, 2006. 256 s. ISBN 80-245-1117-7.
7. RUMÍŠEK, Pavel. *Mechanizace ve strojírenství: Technologie tváření*. Brno: VÚT Brno, 2003. 49 s.
8. VEBER, Jaromír, PINCOVÁ, Eva. *Management bezpečnosti a ochrany zdraví při práci*. Praha: Profesional publishing, 2008. 150 s. ISBN 978-80-86946-46-7.
9. WIKIMEDIA COMMONS: RAS MULTIBEND-CENTER [online]. 1 October 2009, at 11:41 [cit. 2009-12-03]. Dostupný z WWW: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:RAS_MULTIBEND-CENTER.jpg>.
10. *China glass network* [online]. 2008 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <<http://images.glassinchina.com/ProductImage/20099%5Cp2009-9-28-11-22-58.JPG>>.
11. *Časopis Automa* [online]. 2009 [cit. 2009-11-10]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=38627>.
12. *EC21 Product catalog : Steel Rolling Mill Plant Production* [online]. 1997-2009 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <http://rattangears.en.ec21.com/Steel_Rolling_Mill_Plant_Production--3786900_3786901.html>.
13. *Evraz Vítkovice steel : Produktový katalog* [online]. 2009 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.vitkovicesteel.com/attachments/prilohy-obecne/priloha/katalog-profilu-2009.pdf>>.
14. *GALDABINI : systems de redressage* [online]. 2007 [cit. 2009-12-20].

Dostupný z WWW:
 <http://www.galdabini.it/files/products/pdf/1_en_GALDABINI%20-%20Straightening%20Systems%20ING-FRA.pdf>.

15. HOZA, Milan. *MM Průmyslové spektrum: Automatizace kovacího procesu* [online]. 2006/10. 23. listopadu 2007 [cit. 2009-10-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/automatizace-kovaciho-procesu>>.
16. *IFR/World Robotics* [online]. 2005 [cit. 2009-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/automatica-v-mnichove-prekonala-ocekavani>>.
17. JAMI Praha s.r.o.: *Zpracování betonářské oceli* [online]. Praha: c2009 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW:<<http://www.jamipraha.cz/zpracovani-betonarske-oceli/pedax/>>.
18. *KMT services Ltd.* [online]. 2009 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW:<http://www.kmtservices.co.uk/for_sale/sheetmaster%201998.html>.
19. KOLÍBAL, Zdeněk. *Časopis Automa : Člověk a robot ve výrobním procesu* [online]. 05/2009. 2009 [cit. 2009-11-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?CenterContentExec=CenterCisloObsah¶m1=38406¶m2=38844>>.
20. *KUKA Roboter GmbH* [online]. 2009 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW:<http://www.kukarobotics.com/czech_republic/cs/products/industrial_robots/high/kr100_2_pa/>.
21. *KUKA Roboter GmbH* [online]. 2009 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW:<http://www.kukarobotics.com/czech_republic/cs/solutions/solutions_search/?appl_prod=&appl_use=1>.
22. *Manipulators and Lift Assistors* [online]. 2009 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW: <<http://manipulators.biz/types/column-mounted-manipulators.html>>.
23. *Maschinenfabrik NIEHOFF (CZ), s.r.o.: Technologie* [online]. 2008 [cit. 2009-12-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.niehoff.cz/technologie.php>>.
24. *Maschinenfabrik NIEHOFF (CZ), s.r.o.: Produkty* [online]. 2008 [cit. 2009-12-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.niehoff.cz/produkty.php>>.
25. *METAL TRADE COMAX, a.s.: Profilová linka* [online]. 2009 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.topsupport.cz/pcl.htm>>.
26. *MM Průmyslové spektrum: Implementace plně automatizované technologie tváření* [online]. 2009/10. 2009 [cit. 2009-12-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/implementace-plne-automatizovane-technologie-tvareni>>.
27. *MM Průmyslové spektrum* [online]. [2009] [cit. 2009-12-03]. Dostupný z WWW: <http://www.mmspektrum.com/multimedia/image/75/7561_big.jpg>.

28. *MM Průmyslové spektrum* [online]. [2009] [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW:<http://www.mmspektrum.com/multimedia/image/75/7563_big.jpg>.
29. *Robotika: Současnost* [online]. 2008 [cit. 2009-12-09]. Dostupný z WWW: <http://www.antonka.cz/robotika/soucasnost.html>
30. *SP-Tech : Automatizace zpracování plechu - stroje Salvagnini* [online]. 2004 [cit. 2009-12-20]. Dostupný z WWW: <http://www.sp-tech.cz/produkce_list.asp?IDTOP=187&robot=robot>.
31. *TRUMPF: STOPA compact store* [online]. 2009 [cit. 2009-12-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.trumpf-machines.com/en/products/storage/large-storage-systems/stopa-compact.html>>.
32. *TRUMPF: TOOLEX 2008* [online]. c2009- [cit. 2009-12-03]. Dostupný z WWW:<<http://www.pl.trumpf.com/168.news25063.html> obr. TruPunch 5000>.
33. *UMEDA KOGYO COMPANY LIMITED.* [online]. [2009] [cit. 2009-12-12]. Dostupný z WWW:
34. *WIKIPEDIE - Otevřená encyklopedie : Automatizace* [online]. 1. 12. 2009 v 08:02 [cit. 2009-12-02]. Dostupný z WWW:<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Automatizace>>.
35. *WIKIPEDIE - Otevřená encyklopedie: Robot* [online]. 7. 12. 2009 v 10:44 [cit. 2009-12-10]. Dostupný z WWW:<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Robot>>.

7. *Seznam použitých obrázků*

Obr. 1 Průmyslové roboty	4
Obr. 2 Podíl zemí v % (100 % = 57,1 tis. jedn.) na instalaci robotů v Evropě (2003 a 2004)	6
Obr. 3 Počet instalovaných průmyslových robotů v tis. jedn. a počet robotů na 10 000 pracovníků ve vybraných zemích (2004)	7
Obr. 4 Porovnání vlastností stroje a člověka ve výrobním procesu	10
Obr. 5 Podavače	17
Obr. 6 Podavač	17
Obr. 7 Roboty propojují proces zápusťkového kování	18
Obr. 8 Linka na výrobu drátu	19
Obr. 9 Odvíječe drátů	19
Obr. 10 Stroj na dovíjení drátu na cívky	20
Obr. 11 Nakladač	20
Obr. 12 Stříhací linka	21
Obr. 13 Vyhazovače plechu	21
Obr. 14 Ohýbací centrum	22
Obr. 15 Rovnací stroje	23
Obr. 16 Podavač	23
Obr. 17 Manipulátor	24
Obr. 18 Schéma válcovacího tvářecího pracoviště	27
Obr. 19 STOPA Compact	29
Obr. 20 Sheet Master	30
Obr. 21 TruPunch 5000	30
Obr. 22 Propojení linek	30
Obr. 23 Robot Kuka	31
Obr. 24 MultiBend center	31
Obr. 25 Propojení linek	32
Obr. 26 Trubend 5130	32